中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 29 (2) : 115～130 (1980)

生長素對早熟稻產量及產量構成因素之影響[1]

卜瑞雄　黃眞生[2]

摘要：以早熟稻品種日本晴 (Nipponbare)，廣陸矮 4 號 (Kwang-lu-ai 4) 及本地現行栽培品種臺農 67 號 (Tainung 67) 爲材料，於 1978 年 1、2 期作種植於田間。在分蘗期始期及分蘗盛期施用 Chloroflurenol (IT3456, methyl-2-Chloro-9-hydroxy-fluroene-(9)-carboxylate) 1 mM，並於幼穗分化期、孕穗期及乳熟期加施 50 ppm 之 SNA (sodium naphthalene acetic acid) 與 2000 倍稀釋液之 SNP (sodium nitrophenol) 之混合液，以及 50 ppm 之 GA$_3$ (gibberellin)，調查其對稻作生育之反應及對產量之影響。試驗結果摘要如下：(1)施用 Chloroflurenol 對分蘗數之增加有顯著之效果 (1 期作增加 3～12 %，2 期作增加 9～19%)，但所增加之分蘗大部份爲無效分蘗，且由於分蘗數之增加會導致一穗平均粒數及千粒重之降低。(2)生育後期加施 SNA 與 SNP 混合液可使增加之無效分蘗成爲有效分蘗，一株穗數、發育穎花數、結實率及千粒重亦增加，因而使產量增加 4～11 % (1 期作) 及 5～14 % (2 期作)。(3)加施 GA$_3$ 對株高、穗長及粒長有顯著影響外，對其他農藝性狀效果不穩定。(4)三供試品種間，以臺農 67 號對不同生長素處理有較好之反應；稉型早熟品種日本晴因施用 Chloroflurenol 而促進之分蘗數增加效果最大；秈型早熟品種廣陸矮 4 號對上述生長素處理，則在一株穗數、千粒重及株高方面較其他供試品種增加效果大。

近年來，政府爲了調節稻米生產，乃積極推行早熟稻栽培，因爲栽植早熟稻，生育日數縮短，有利於三期稻作或輪作之實施，在平時糧食不虞匱乏時，實行水稻與其他作物輪作，以增加雜糧之生產，而於糧食不足時，則行三期稻作，如此可以機動調節稻米生產，並可減少由國外進口雜糧之依賴；且栽種耐寒早穫稻，南部第一期作或北部第二期作可提早收穫，以逃避梅雨或季節風以及病蟲害之爲害，間接提高稻米生產。早熟稻品種之生育日數一般較本省栽培品種縮短 20～25 天，然而亦由於其基本營養期較短，單位面積平均產量要較一般栽培種減少 6～15 %(6)，因此，爲了要提高早熟稻產量，必須由栽培法及品種改良著手。品種改良雖是可行且爲一勞永逸的辦法，但需要長期的時間，且不一定保證能完全解決問題；反之，栽培法便成爲一個短期目標的工作，例如半矮型 (semi-dwarf) 品種之應用(13)，「V」字型施肥法(12)，以及葉面施用尿素或生長調節素 (growth regulator)(1,2,3)等，均可以使產量提高。

作物之生長發育單靠肥料外，尚需要 CO$_2$、光線，同時還要充足之荷爾蒙始能相輔相成(14)，目前已知多種植物生長素對植物形態發生作用(11,14,15)，其對植物之作用是多方面而極爲複雜。本試驗所使用之生長調節素包括 Chloroflurenol (IT 3456, methyl-2-chloro-9-hydroxy-fluroene-9-carboxylate), SNA (sodium naphthalene acetic acid), SNP (sodium nitrophenol) 及 GA$_3$ (gibberellin)。Chloroflurenol 爲一種 auxin 運移抑制劑 (auxin transport inhibitor)，能抑制某些植物的頂芽優勢 (apical dominance)，導致側芽生長(10,16)；SNA 亦爲人工合成之生長

---

[1] 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 921 號。本研究爲第一作者碩士論文之部份，蒙黃眞生博士、臺大農藝系朱鈞教授指導，文承劉大江博士斧正，謹此申謝。

[2] 本所農藝系技佐、技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

調節素，已被廣泛用於作物之生長調節，諸如開花之控制，插枝之生根等(3)；SNP 則爲市面上可購得之所謂「果多生長素」，商品名爲「利多生」或「愛多收」，對穎花之分化、生長及結實率、千粒重有促進作用(3)；GA_3 對植物生長之影響，最明顯者即是引起株高、葉長、葉寬顯著增加(8,17)，亦能影響開花及結果(15)。

稻米之生產力受一株穗數、一穗粒數、結實率及千粒重之影響，而單位面積穗數爲決定產量之主要因素之一(5)，穗數受有效分蘗之影響，分蘗數除生育環境，營養狀況外，生長調節素亦具有影響力。生長調節素亦影響水稻之花穗發育，從而影響每穗穎花數及千粒重，因此，如能適時施用對水稻分蘗及穎花發育有效之生長調節素，使其生長受到良好調節，再行適當施肥，必有助於稻米產量之提高。本試驗即在於探討生長調節素對水稻產量構成因素之主要影響，期能有助於日後施用生長素以提高產量之參考。

材料與方法

本試驗供試水稻品種爲引進之日本耐寒早熟水稻—日本晴(Nipponbare)、廣陸矮4號(Kwang-lu-ai 4)，並以本地優良品種臺農 67號 (Tainung 67) 爲對照品種，於民國 67 年一、二期作種植於臺灣大學農業試驗場。田間設計採用一重裂區設計 (one-fold split plot design)，三個品種 (V_1, V_2, V_3) 及四種生長素處理 (T_1, T_2, T_3, T_4)，生長素處理爲主試因，品種爲副試因，主處理之排列方式採逢機完全區集設計 (ramdomized complete block design)，每小區爲 100 株，單本植，行株距爲 25×20 cm，重複四次，其施肥法、施肥量、灌漑排水及田間管理沿用一般慣用法，並適時施用殺草劑、殺菌蟲劑行病蟲害及雜草之防除。

移植後於分蘗開始期及分蘗盛期，全部施用 Chloroflurenol，然後於幼穗分化期 (穗長約 1～2 mm)，孕穗期及乳熟期時分別施用 SNA 與 SNP 之混合液或 GA_3，施用法爲噴施藥液於葉面，至葉面有小水滴滴下爲止，藥液濃度爲 Chloroflurenol 1mM, SNA 50 ppm, SNP 2,000 倍稀釋液，GA_3 50 ppm。各處理代號如下所示：

T_1 : CK
T_2 : Chloroflurenol
T_3 : Chloroflurenol, SNA+SNP
T_4 : Chloroflurenol, GA_3

V_1 : 臺農 67 號 (Tainung 67)
V_2 : 日本晴 (Nipponbare)
V_3 : 廣陸矮 4 號 (Kwang-lu-ai 4)

移植後每 10 天以每小區固定中間 10 株調查其分蘗數，第 40 天及成熟後調查株高、抽穗期及成熟期；於水稻完熟後，自每小區中逢機割取 5 株晾乾考種，考種項目包括一株穗數、穗長、穗重、一穗平均粒數、一株總粒數、結實率、千粒重、粒幅、粒長。另外並於乳熟期時，自每小區中逢機選取 5 株，每株取具代表性者 3 穗調查退化枝梗數，一次、二次枝梗退化穎花數，一次、二次枝梗發育穎花數。成熟後，每小區並分別割取稻穀、晒乾、風選及秤重。其各農藝性狀及稻穀產量之調查及考種方法均和一般水稻試驗同。

試驗結果

一、一期作試驗之結果

一期作施用不同生長素對農藝性狀、產量成分及產量之影響，結果如下：

(一) 株高：各種生長素處理對株高之影響，於移植後 40 天調查結果，前期施用 Chloroflurenol 之 T_2、T_3 及 T_4 處理，有使株高下降之趨勢，但不顯著。成熟後之株高，則處理間、品種間及兩者之交感均極顯著 (表 2)，以施用 GA_3 之 T_4 處理較其他處理者高，尤以日本晴及廣陸矮 4 號最爲顯著 (表 1)。

(二) 分蘗數：各種生長素處理對稻株分蘗數之影響如圖 1 所示，於生育前期分蘗數無大差異

，但於第二次施用 Chloroflurenol 後之 T_2、T_3 及 T_4 處理之分蘗數較之未施用 Chloroflurenol 之 T_1 對照處理分蘗數明顯提高。其最高分蘗數的處理間及品種間差異均顯著（表 2），尤以臺農 67 號及日本晴兩品種施用 Chloroflurenol 較未施用者，其最高分蘗數顯著提高（表 1）。

（三）一株穗數：施用 Chloroflurenol 之 T_2、T_3 及 T_4 處理之穗數均較未處理者稍大，然以臺農 67 號及日本晴施用 SNA+SNP 混合液之 T_3 處理對穗數之增加有顯著之效果，廣陸矮 4 號則無此效應（表1）。

（四）生育日數：臺農 67 號及日本晴品種，施用生長素者較未施用者生育日數縮短 1～3 天，而施用 GA_3 者，可使其生育日數縮短 3 天（表 1）。

（五）粒幅：三品種間之粒幅差異極顯著，其他變因均不顯著（表 2），但施用 SNA+SNPG 之 A_3 處理，有使粒幅較大之效應，施用 GA_3 者亦使臺農 67 號之粒幅較大，但對於早熟稻日本晴及廣陸矮 4 號之粒幅，較之未施用 GA_3 者有下降之效應，唯其差異均不顯著（表 1）。

（六）粒長：處理間及品種間之差異均不顯著（表 1.2）。

（七）穗長：處理間差異顯著（表 2），其中以施用 SNA+SNP 及施用 GA_3 處理者，在三品種中均使其穗長增加，尤以 GA_3 處理更爲顯著（表 1）。

（八）穗重：品種間差異顯著（表 2），以臺農 67 號穗重最大，日本晴次之，而施用 SNA+SNP 之處理亦有使穗重增加之效果，但並不顯著（表 1）。

（九）一穗平均粒數：品種間差異顯著（表 2），施用 Chloroflurenol 之 T_2 處理，較未施用之 T_1 處理之一穗平均粒數稍低，而其他處理間之差異並不顯著（表 1）。T_1 處理有使一穗穎花數增加之效果，主要由於退化穎花數減少及發育穎花數增加，尤其是發育二次穎花顯著增加之關係（表 3）。

（十）一株總粒數：處理間、品種間差異均顯著（表 2），T_3、T_4 處理對於各品種一株總粒數有增加之效果（表 1）。

（十一）結實率：品種間差異顯著（表 2），T_2 及 T_3 處理之結實率較 T_1 處理有增加趨勢，但 T_4 處理却使臺農 67 號及廣陸矮 4 號之結實率稍降，然均不顯著（表 1）。

（十二）千粒重：品種間差異顯著（表 2）。T_2、T_3 及 T_4 處理其千粒重較 T_1 處理有下降之趨勢，而廣陸矮 4 號之 T_3 處理却有增加之效果（表 1）。

（十三）產量：各處理組合之穀粒產量經變方分析結果，品種間產量差異極顯著，處理間差異不顯著，但 F 值甚接近顯著水準（表 7）。品種間以臺農 67 號產量最高，日本晴最低；各處理間以最低差異顯著性測驗結果，則加施 SNA+SNP 之 T_3 處理有顯著的增產效果（表 1）。

二、二期作試驗之結果

二期作施用不同生長素對農藝性狀、產量構成因素及產量之影響，結果如下：

（一）株高：前期施用 Chloroflurenol 之 T_2、T_3 及 T_4 處理，於移植後 40 天調查株高結果有下降之趨勢，但不顯著；成熟期之株高，處理間及品種間均呈顯著差異，區集間之差異亦顯著（表 5），處理間以 T_4 處理有極顯著之增高效果（表 4）。

（二）分蘗數：如圖 2 所示，日本晴及廣陸矮 4 號於移植後30天，分蘗數即達最高，且三品種在第一次施用 Chloroflurenol 後之 T_2、T_3 及 T_4 處理之分蘗數較之未施用 Chloroflurenol 之 T_1 對照處理漸趨增加，各處理之最高分蘗數，經變方分析結果，處理間及品種間之差異均極顯著（表 5）。

（三）一株穗數：處理間與品種間差異均極顯著（表 5）。以前期施用 Chloroflurenol，後期再加施 SNA+SNP 混合液之 T_3 處理，對各品種穗數之提高有極顯著之效果（表 4）。

（四）生育日數：三品種施用不同生長素處理較之未施用之 T_1 處理，均可使其生育日數短縮 1～3 天。早熟稻品種日本晴及廣陸矮 4 號較之臺農 67 號早熟 16～21 天（表 4）。

表 1. 不同生長素處理組合間主要農藝性狀之最低差異顯著性（L.S.D.）測驗（I 期作）

Table 1. The L. S. D. test of the agronomic characters among different treatments. (1st crop)

品種 Var.	處理 Treat.	最高分蘗數 Max. tiller no.	株高 Plant height (cm)	穗數 Panicle no.	生育日數 Growth days	粒幅 Grain width (mm)	粒長 Garin length (mm)	穗長 Panicle length (cm)	穗重 Panicle wt. (g)	一穗粒數 Grain/panicle	一株粒數 Grain/plant	結實率 Seedset (%)	千粒重 1000 grain wt. (g)	產量 Grain yield (kg/ha)
V_1	T_1	20.1 d*	106.5 a	16.9 d	140	3.31 bc	7.05 a	19.9 bc	2.04 a	102.1 a	1719 b	71.3 b	21.3 cd	4025 b
	T_2	22.5 c	105.2 a	17.8 d	139	3.34 bc	7.03 a	20.5 ab	2.03 a	96.0 b	1710 b	71.9 b	20.8 de	4067 b
	T_3	22.5 c	103.2 a	19.2 c	139	3.42 ab	7.15 a	21.0 a	2.08 a	101.2 a	1947 b	73.2 b	21.2 cde	4476 a
	T_4	21.5 c	107.4 a	17.8 d	137	3.46 a	7.04 a	21.2 a	2.03 a	101.1 ab	1789 b	69.9 b	20.7 e	4077 b
V_2	T_1	25.8 b	81.0 c	22.7 b	113	3.14 e	7.22 a	18.4 d	1.45 b	59.4 bd	1344 c	59.8 c	22.7 a	3396 d
	T_2	28.3 a	84.3 c	22.8 ab	113	3.19 de	7.12 a	18.2 de	1.47 b	59.1 de	1349 c	63.5 c	22.1 ab	3427 d
	T_3	28.1 a	83.4 c	23.7 a	112	3.20 de	7.22 a	19.4 c	1.52 b	59.4 de	1406 c	62.8 c	22.1 ab	3514 cd
	T_4	27.8 a	91.3 b	23.8 a	110	3.16 e	7.10 a	20.4 ab	1.44 b	57.2 e	1359 c	61.4 c	20.7 bcd	3478 cd
V_3	T_1	17.3 e	55.5 e	15.6 e	103	3.19 de	7.15 a	15.6 fg	1.21 c	62.4 cde	972 d	82.4 a	21.9 abc	3836 bc
	T_2	17.8 e	55.7 e	15.6 e	104	3.18 de	7.10 a	15.2 g	1.19 c	61.7 cde	958 d	82.6 a	21.2 cde	3832 bc
	T_3	17.8 e	53.5 e	15.6 e	104	3.24 de	7.14 a	16.4 f	1.22 c	62.9 cd	985 d	83.2 a	22.2 ab	4102 b
	T_4	17.7 e	73.1 d	16.5 e	100	3.13 e	7.20 a	17.4 e	1.19 c	65.8 c	1018 d	81.2 a	21.1 e	3608 bc

V_1 : Tainung 67

V_2 : Nipponbare

V_3 : Kwang-lu-ai 4

T_1 : CK

T_2 : Chlorflurenol

T_3 : Chlorflurenol, SNA+SNP

T_4 : Chlorflurenol, GA_3

*a, b, c, d. Any two means having a common letter are not significant at 5% level.

表 2. 不同生長素及品種處理組合間主要農藝性狀及產量構成要素之變方分析均方顯著性測驗（I 期作）

Table 2. ANOVA of agronomic characters and yield components among different treatments. (1st crop)

變因 S. O. V.	自由度 D. F.	株高 Plant height	最高分蘗數 Max. tiller no.	穗長 Panicle length	穗重 Panicle wt.	粒幅 Grain width	粒長 Grain length	產量構成要素 Yield component					產量 Grain yield
								一株穗數 Panicle/plant	一穗粒數 Grain/panicle	一株粒數 Grain/plant	結實率 Seedset	千粒重 1000 grain wt.	
區集 B	3	9.187	0.508	0.021	0.005	0.020	0.069	0.208	11.418	9453.667	7.708	1.399	88504.796
處理 T	3	277.596**	8.136**	8.124**	0.007	0.012	0.017	2.912*	14.811	44337.333**	14.450	1.702	204849.460
主區機差 Ea	9	12.479	0.335	0.389	0.009	0.006	0.040	0.431	24.470	12533.148	10.743	0.739	56506.129
品種 V	2	8537.091**	392.237**	82.907	2.993**	0.226**	0.039	247.091**	8146.844**	2741312.512**	1681.738**	5.535**	2050816.900**
處理×品種 T×V	6	74.132**	1.141	0.510	0.001	0.010	0.009	1.168	15.773	11867.535	3.255	0.261	31075.992
副區機差 Eb	24	7.100	0.532	0.347	0.010	0.006	0.038	0.485	12.975	9630.417	15.948	0.346	64048.481
總計 Total	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3. 不同生長素處理對稻穗退化枝梗、退化穎花數、發育穎花數之影響（I 期作）

Table 3. The influence of different treatments on the degenerated branch of panicle, degenerated spikelet and developed spikelet. (1st crop)

品 種[a] Var.	處 理[a] Treat.	退 化 枝 梗 數 Degenerated branch		退 化 穎 花 數 Degenerated spikelet		發 育 穎 花 數 Developed spikelet		一穗穎花數 Spikelet/panicle
		二 次 Secondary	計 Total	二 次 Secondary	計 Total	二 次 Secondary	計 Total	
V₁	T₁	10.3	10.6	3.9(42.4)[b]	9.2〔7.3〕[c]	57.0(49.0) bc[b] [d]	116.4 b 〔92.7〕[c]	125.6 b[d]
	T₂	11.9	12.4	5.4(46.6)	11.6〔9.6〕	50.6(46.0) cd	109.8 b 〔90.4〕	121.4 b
	T₃	9.2	9.4	2.4(42.1)	5.7〔3.9〕	75.4(53.9) a	139.8 a 〔96.1〕	145.5 a
	T₄	13.8	14.0	6.9(58.0)	11.9〔8.3〕	64.9(49.5) c	131.8 a 〔91.7〕	143.7 a
V₂	T₁	2.7	3.1	1.0(40.0)	2.5〔3.5〕	35.2(51.1) ab	68.9 e 〔96.5〕	71.7 e
	T₂	2.9	2.9	2.2(51.2)	4.3〔6.0〕	33.5(49.6) b	67.5 e 〔94.0〕	71.8 e
	T₃	2.7	2.7	0.9(40.9)	2.2〔2.5〕	45.8(53.4) a	85.7 c 〔97.5〕	87.9 e
	T₄	4.0	4.1	3.3(60.0)	6.5〔6.6〕	39.6(50.9) ab	77.8 cd 〔93.4〕	83.3 cd
V₃	T₁	2.5	2.6	2.8(65.1)	4.3〔5.6〕	31.9(44.5) d	71.8 ed 〔94.4〕	76.1 de
	T₂	2.8	3.0	3.4(77.3)	4.4〔5.8〕	31.8(44.9) d	70.9 ed 〔94.2〕	75.3 de
	T₃	2.0	2.0	2.0(76.9)	2.6〔3.2〕	39.6(50.0) b	79.2 cd 〔96.8〕	81.8 cd
	T₄	2.4	2.5	3.1(60.8)	5.1〔6.6〕	35.0(48.9) bc	71.7 de 〔93.4〕	76.8 de

a. 品種及處理代號如表 1 所示。
Varieties and treatments refer to Table 1.

b. （　）內表示佔該項小計之百分率。
Indicate % to total degenerated or developed spikelet.

c. 〔　〕內表示佔總計之百分率。 Indicate % to spikelet/panicle.

d. 同一字母表示 5 % level 下差異不顯著。 The same letter means not significant at 5% level.

表 4. 不同生長素處理組合間主要農藝性狀之最低差異顯著性（L.S.D.）測驗（Ⅱ期作）

Table 4. The L. S. D. test of the agronomic characters among different treatments. (2nd crop)

品種[a] Var.	處理[a] Treat.	最高分蘖數 Max. tiller no.	株高 Plant height (cm)	穗數 Panicle no.	生育日數 Growth days	粒幅 Grain width (mm)	粒長 Grain length (mm)	穗長 Panicle length (cm)	穗重 Panicle wt. (g)	一穗粒數 Grain/Plant	一株粒數 Grain/plant	結實率 Seed set (%)	千粒重 1000 grain wt. (g)	產量 Grain yield (kg/ha)
V_1	T_1	16.7 d[b]	105.0 b	14.5 e	126	3.05 ed	6.14 b	20.3 b	1.40 a	96.4 a	1391 c	68.8 bc	21.1 abc	3300 bc
	T_2	19.8 c	104.6 b	14.5 e	125	3.14 abc	6.28 b	20.2 b	1.37 a	96.3 a	1397 c	69.6 bc	20.8 bc	3250 bcd
	T_3	20.2 c	100.8 bc	17.3 c	126	3.09 cd	6.19 b	20.4 b	1.48 a	98.7 a	1703 a	71.3 bc	21.1 abc	3745 a
	T_4	20.1 c	114.9 a	15.0 de	124	3.18 abc	6.35 b	22.0 a	1.38 a	98.1 a	1467 b	70.1 bc	20.5 cd	3240 bcde
V_2	T_1	20.8 c	75.2 e	19.2 b	95	2.91 f	7.15 a	16.6 h	0.83 d	61.7 c	1179 d	58.7 e	21.3 abc	2998 def
	T_2	24.2 a	72.0 e	19.5 ab	94	2.91 f	7.25 a	16.7 gh	0.83 d	61.2 c	1196 d	60.1 e	21.1 abc	2990 ef
	T_3	24.8 a	71.9 e	20.6 a	94	2.98 ef	7.30 a	17.5 fg	0.88 cd	60.9 c	1255 cd	64.8 cde	22.0 a	3156 cdef
	T_4	25.0 a	87.4 d	19.3 ab	92	2.96 f	7.36 a	18.6 cd	0.83 d	60.6 c	1172 de	62.1 de	20.3 cd	2908 f
V_3	T_1	21.0 bc	77.5 e	13.6 e	100	3.22 abc	7.26 a	16.9 gh	0.95 bc	73.8 b	1003 f	69.3 bc	20.9 bc	3103 cdef
	T_2	23.1 ab	77.2 e	14.1 e	99	3.17 abc	7.27 a	17.7 ef	0.99 b	72.8 b	1024 df	67.2 bcd	21.5 abc	3174 bcde
	T_3	23.5 a	77.1 e	16.0 cd	99	3.22 a	7.25 a	18.2 de	1.06 b	73.0 b	1164 de	77.5 a	21.7 ab	3389 b
	T_4	24.3 a	96.6 c	13.8 e	97	3.12 bcd	7.39 a	19.1 c	0.95 bc	70.5 b	967 f	71.8 ab	19.6 d	3035 df

a. 品種及處理代號如表 1 所示。 Varieties and treatments refer to table 1.

b. 同一字母表示 5 % level 下差異不顯著。 The same letter means not significant at 5% level.

表 5. 不同生長素及品種處理組合間主要農藝性狀及產量構成要素之變方分析均方顯著性測驗（II 期作）

Table 5. ANOVA of agronomic characters and yield components among different treatments. (2nd crop)

變因 S. O. V.	自由度 D. F.	株高 Plant height	最高分蘗數 Max. tiller no.	穗長 Panicle length	穗重 Panicle wt.	粒幅 Grain width	粒長 Grain length	產量構成要素 Yield component					產量 Grain Yield
								一株穗數 Panicle/plant	一穗粒數 Grain/Panicle	一株粒數 Grain/plant	結實率 Seedset	千粒重 1000 grain wt.	
區集 B	3	26.026*	2.240	0.620	0.047*	0.001	0.055	0.607	68.161**	31110.667	47.452	0.549	5026.403
處理 T	3	1020.689**	33.512**	9.519**	0.020	0.004	0.057	12.322**	3.173	92390.654**	84.150*	4.167**	320661.700**
主區機差 Ea	9	4.351	2.474	0.081	0.009	0.010	0.027	0.342	7.162	5321.343	19.483	0.482	6975.177
品種 V	6	4801.951**	93.539**	51.514**	1.393**	0.247**	5.210**	128.211**	5506.824**	827221.156**	468.205**	0.384	553560.550**
處理×品種 T×V	2	17.456	0.670	0.309	0.002	0.013	0.035	0.601	5.975	14680.167	13.891	0.735	25729.097
副區機差 Eb	24	16.454	1.985	0.347	0.007	0.004	0.036	0.897	23.177	1094.917	18.637	0.525	18693.402
總計 Total	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 6. 不同生長素處理對稻穗退化枝梗、退化穎花數、發育穎花數之影響（Ⅱ期作）

Table 6. The influence of different treatments on the degenerated branch of panicle, degenerated spikelet and developed spikelet. (2nd crop)

品種[a] Var.	處理[a] Treat.	退化枝梗數 Degenerated branch		退化穎花數 Degenerated spikelet		發育穎花數 Developed spikelet		一穗穎花數 Spikelet/panicle
		二次 Secondary	計 Total	二次 Secondary[b]	計 Total[c]	二次 Secondary[b] [d]	計 Total[c]	[d]
V₁	T₁	4.0	4.5	2.2(51.2)	4.3 〔 4.9〕	48.9(45.6) ab	107.2 b 〔96.1〕	111.5 bc
	T₂	4.3	4.7	2.1(44.7)	4.7 〔 4.3〕	46.5(44.6) abc	104.2 b 〔95.7〕	108.9 bc
	T₃	4.5	4.8	1.0(32.3)	3.1 〔 2.4〕	57.5(47.6) a	120.7 a 〔97.6〕	123.7 a
	T₄	3.8	4.1	2.5(58.1)	4.3 〔 3.8〕	51.8(47.4) a	109.3 b 〔96.2〕	113.6 b
V₂	T₁	1.5	2.1	2.0(52.6)	3.8 〔 5.1〕	29.3(42.7) bc	68.6 ef 〔94.9〕	72.3 g
	T₂	1.8	2.2	3.2(57.1)	5.6 〔 9.4〕	27.3(40.9) c	66.7 f 〔90.6〕	73.6 fg
	T₃	1.6	3.9	2.9(65.9)	4.4 〔 5.3〕	36.2(46.2) ab	78.4 d 〔94.7〕	82.8 ef
	T₄	1.2	1.8	2.6(57.8)	4.5 〔 6.2〕	27.6(41.3) c	66.8 f 〔93.8〕	71.2 g
V₃	T₁	4.4	5.3	3.6(29.3)	12.3 〔13.4〕	24.9(31.3) de	79.6 d 〔86.6〕	91.9 de
	T₂	4.5	5.4	6.0(36.4)	16.5 〔17.8〕	21.1(27.7) e	76.3 de 〔82.2〕	92.8 d
	T₃	6.2	6.9	5.1(44.0)	11.6 〔11.2〕	32.3(35.2) d	91.8 c 〔88.8〕	103.4 cd
	T₄	5.4	2.5	3.7(32.5)	11.4 〔12.3〕	26.1(32.1) de	81.3 d 〔87.7〕	92.7 d

a. 品種及處理代號如表 1 所示。 Varieties and treatments refer to Table 1.

b. （ ）內表示佔該項小計之百分率。 Indicate % to **total** degenerated or developed spikelet.

c. 〔 〕內表示佔總計之百分率。 Indicate % to spikelet/panicle.

d. 同一字母表示 5% level 下差異不顯著。 The same letter means not significant at 5% level.

（五）粒幅：三品種間差異極顯著，其他變因則不顯著（表 5）。T_3 處理能使粒幅增加，而 T_2 及 T_4 處理亦使臺農 67 號及日本晴品種之粒幅增大，但對廣陸矮 4 號則減小，唯其差異並不顯著（表 4）。

（六）粒長：除品種間差異極顯著外，其他變因均不顯著（表 5），T_2 及 T_4 處理有使粒長增加之趨勢，但並不顯著，而施用 SNA+SNP 之 T_3 處理較之未施用 SNA+SNP 之 T_2 處理，却有使臺農 67 號及廣陸矮 4 號穀粒變短之效果，品種間以早熟稻品種日本晴及廣陸矮 4 號之穀粒長度大於臺農 67 號（表 4）。

（七）穗長：施用生長素之 T_2、T_3 及 T_4 處理均有增加穗長之效果，尤以施用 GA_3 之 T_4 處理效果最爲顯著（表 4）。

（八）穗重：施用 SNA+SNP 之 T_3 處理使三品種之穗重增加，而品種間以臺農 67 號最大，廣陸矮 4 號次之（表 4），區集間差異亦顯著（表 5）。

（九）一穗平均粒數：處理間差異不顯著，品種間有顯著之差異存在（表 5），以臺農 67 號爲最高，廣陸矮 4 號次之（表 4）。T_3 處理有增加一穗穎花數之效果，主要乃由於發育穎花數之增加所致（表 6）。

（十）一株總粒數：處理間及品種間均呈極顯著差異（表 5）。T_3 處理對三品種均有顯著增加之效果，T_4 處理則對臺農 67 號有增進效果，但對早熟稻品種日本晴及廣陸矮 4 號則稍有減少之趨勢（表 4）。

（十一）結實率：處理間及品種間之差異均顯著（表 5），施用生長素之 T_2、T_3 及 T_4 處理，較之未施用之 T_1 處理，對結實率均有促進效果，尤以廣陸矮 4 號之 T_3 處理有顯著之效果（表4）。

（十二）千粒重：只有處理間之差異極顯著，其他變因則不顯著（表 5）。T_3 處理對千粒重有增加之效應，T_4 處理却使千粒重下降（表 4）。

（十三）產量：各處理組合之穀粒產量經變方分析結果，無論處理間或品種間均呈極顯著之差異（表 7），比較不同處理間穀粒平均收量，則以加施 SNA+SNP 之 T_3 處理最高，較其他處理有顯著之增加效果（表 4）。

表 7. 一、二期作不同生長素與品種處理組合穀粒產量之變方分析表

Table 7. ANOVA of grain yield between different treatments (I. II crop)

變因 S. O. V	自由度 D. F.	均方 M. S.		F 值 F Value	
		I	II	I	II
區集 B	3	88504.796	5026.403	1.5663	0.7206
處理 T	3	204849.465	320661.704	3.6253	45.9718**
主區機差 Ea	9	56506.129	6976.177	—	—
品種 V	2	2050816.934	553560.556	32.0198**	29.6126**
處理×品種 T×V	6	31075.992	25729.096	0.4852	1.3764
副區機差 Eb	24	64048.481	18693.402	—	—
總計 Total	47	—	—	—	—

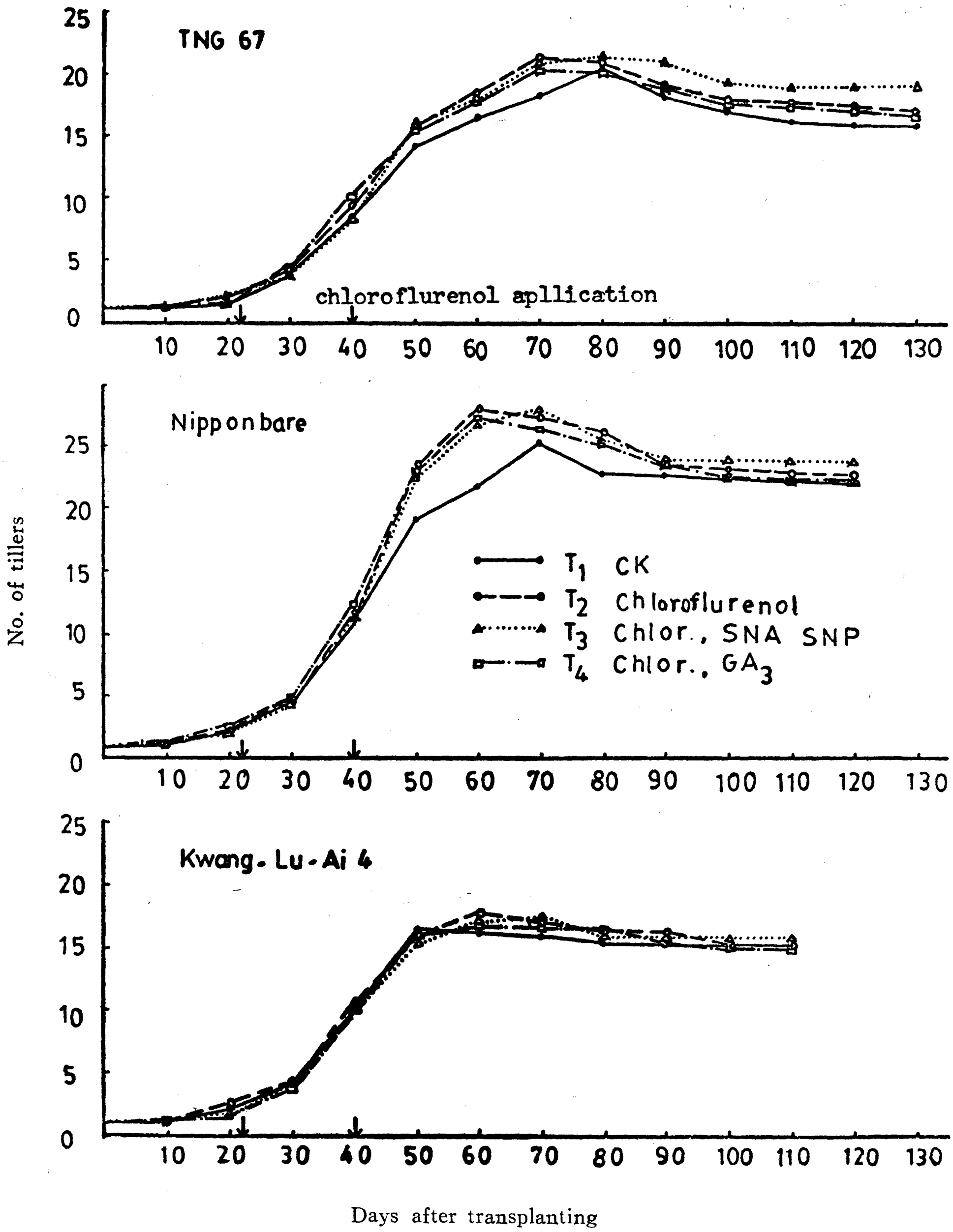

圖 1. 不同生長素處理分蘖數之變化（I 期作）

Fig. 1. Changs in tiller number during growth stage with different treatments. (1st crop)

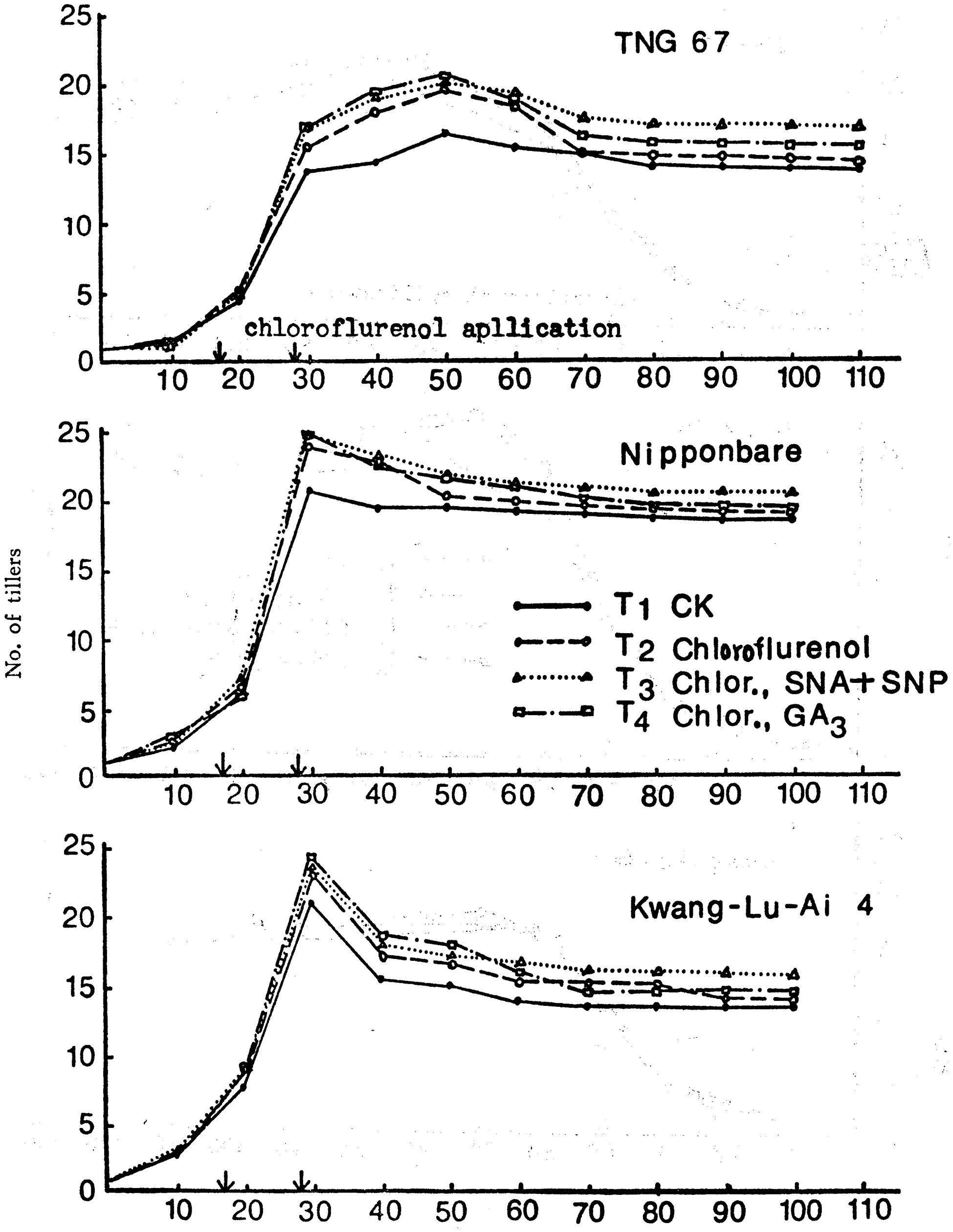

圖 2. 不同生長素處理分蘗數之變化（Ⅱ期作）

Fig. 2. Changs in tiller number during growth stage with different treatments. (2nd crop)

討　　論

一、一、二期作對不同生長素處理及品種之反應

一、二期作對各品種及各生長素處理之反應，一般而言，大體表現均很一致，但在粒長效應方面，臺農 67 號之粒長，在二期作中顯著變短（表 4 ）。結實率方面，一期作各處理對結實率無顯著差異存在，但在二期作時則有顯著之影響，各品種以施用 SNA＋SNP 之 T_3 處理之結實率特高，因此，T_3 處理在二期作之環境下對結實率有較好之增加效果（表 4 ）。千粒重之影響，一期作中各處理間無差異，品種間呈顯著差異（表 2 ），在二期作中則各品種間差異不顯著，處理間之差異爲極顯著（表 5），且以 T_3 處理對千粒重有較大之效應，因之，由於在二期作中，施用生長素對結實率及千粒重較一期作有更大之效果，此即爲施用生長素對產量之增加效果二期作要比一期作大之主要原因。

二、施用 Chloroflurenol 對一、二期稻作之效果

於水稻分蘖開始期及分蘖盛期施用 Chloroflurenol ，對一、二期作水稻分蘖數有顯著增加之效果（圖 1.2.）。Chloroflurenol 爲一種 auxin 運移抑制劑，其所以能促進分蘖可能機制是抑制頂芽 auxin 之運移 (7,10)，而與根部向上運移之 cytokinin 無關 (9) 。張等 (4) 並曾以 Chloroflurenol 5 mM 濃度處理水稻，結果其促進分蘖高達約 2 倍。

Chloroflurenol 處理雖使分蘖數顯著增加（一期作增加 3～12 %，二期作增加 9～19 %），然對於一株穗數並未顯著增加，此表示所增加之分蘖大部分爲無效分蘖，或雖有孕穗現象而不能抽穗結實。施用 Chloroflurenol 對一穗粒數或一株總粒數均有減少之趨勢（表 14 ），一穗粒數減少，可能是由於所形成之無效分蘖使養份消耗，或由於所形成之小分蘖受上部葉片遮光影響，使光合作用降低，而其呼吸作用仍耗用乾物質之結果，導致一穗穎花數減少，千粒重降低 (18) 。因此， Chloroflurenol 處理對產量之影響並無顯著效果，二期作中臺農 67 號及日本晴施用 Chloroflurenol 處理對產量且有下降之趨勢，因二期作後期之低溝寡日照已限制產量，再由於 T_2 處理增加無效分蘖，消耗光合作用產物，因此，除廣陸矮 4 號由於穗數增加而未減產外，日本晴及臺農 67 號由於千粒重降低，因而使產量降低（表 4 ）。

三、施用 SNA＋SNP 混合液處理對一、二期作水稻之效果

各品種之 T_3 處理對一、二期水稻之農藝性狀及產量構成因素有很好之效應，其使最高分蘖數及一株穗數顯著提高（表 1 、4）亦即由於前期施用 Chloroflurenol 使分蘖增加，後期再加施 SNA＋SNP 時，可使得增加之大部分無效分蘖抽穗結實，成爲有效分蘖，一株平均穗數因而增加，但這些由無效分蘖轉變爲有效分蘖所產生之穗，一般較短小，因而使一穗平均粒數降低，然而以一株總粒數計，則 T_3 處理，一、二期作均有顯著增加之效果（表 1 、4 ）。

T_3 處理對稻穗穎花之分化與發育亦有顯著之效果，如不計小穗而以正常之稻穗調查之結果，T_3 處理使一穗平均穎花數顯著提高，亦即是由於發育穎花數增加，以及退化穎花數減少之結果。發育穎花數之增加，乃由於二次枝梗上之發育穎花數顯著增加之效果（表3 、6），此顯示 SNA 和 SNP 對稻穗分化有良好之促進效果。

施用 SNA＋SNP 混合液之 T_3 處理較未施用 SNA＋SNP 之 T_2 處理，對於結實率、千粒重有增加之效果，尤以二期作之效果更爲顯著（表 1 、4 ）。此外，T_3 處理亦有增大穗長之顯著效果。施等 (3) 報告，含 sodiumnitrophenol 之「利多性」 2,000 倍稀釋液能提高水稻稔實率、一株穗數等，本實驗亦有相同之結果。

T_3 處理由於一株穗數、一穗發育穎花數、結實率顯著提高，因而使得產量顯著提高，其增加之效果，一期作增加 4－11 %，二期作增則加 5－14 %（表 1 、4 ），二期作之增加效果所以較一期作高之原因，可能由於施用 SNA＋SNP 可以消除環境對二期作減產之部分限制因子。

四、施用 GA$_3$ 處理對一、二期水稻之效果

GA$_3$ 對植物之效應最大特性爲引起莖之節間伸長以及對葉長、葉寬顯著之增加(15)，尤其對矮型水稻品種，此等特性更爲明顯，且常用做爲 GA 反應之生物檢定法(17)。本試驗中 GA$_3$ 處理，亦對矮型之早熟稻品種日本晴及廣陸矮 4 號有顯著之增高效果； GA$_3$ 亦使穗長、粒長增加，及葉色變淡，葉變寬等，其他之影響爲一株粒數之增加，結實率、千粒重之減少等（表 1、4）。

GA$_3$ 處理對一株穗數亦有增加之效應，此乃由於施用 GA$_3$ 後有促進抽穗之效果，即能使一些由於前期施用 Chloroflurenol 而增加之分蘖促進其抽穗，使一株平均穗數增加，但在二期作後期因養分競爭不力而枯死，故穗數之增加並不顯著。又由於 GA$_3$ 之施用，使得株桿細長而易於彎折，變爲不適株型，因此影響其後期發育，致使結實率、千粒重均下降，一期作尚能由於穗數及一株粒數之增加而使得臺農 67 號及日本晴稉型水稻增產 1～2 %（表 1），但在二期作却由於千粒重顯著下降而使產量減少 2～3 % 表（4）。

五、不同品種間其產量及產量構成因素之差異

不同生長素及品種處理組合間主要農藝性狀及產量構成因素經變方分析均方顯著性測驗結果，品種間之差異一期作除粒長及穗長不顯著外，其他性狀均呈顯著或極顯著之差異（表 2）二期作除了千粒重不顯著外，其他性狀均呈顯著或極顯著之差異（表 5），各品種對各處理之反應不同，臺農 67 號對不同生長處理有較好之反應，稉型早熟稻日本晴分蘖性特强，由施用 Chloroflurenol 而促使分蘖數增加之效果亦大，但其千粒重却降低。秈型早熟品種廣陸矮 4 號對施用 Chloroflurenol, SNA+SNP 及 GA$_3$ 處理，在一株穗數、千粒重及株高之增加效應方面，均較其他供試品種要大。對於產量增加效果方面，臺農 67 號增加最大，廣陸 4 號次之，日本晴則效果較小（表 1）。

參考文獻

1. 卜瑞雄、黃眞生、陳正昌。 1978 。稻減數分裂期及成熟期施用蔗糖之增產研究。中華農業研究 27：169-174。
2. 周惠慈。 1970 。數種生長物質對水稻生長及產量效應之研究。國立中興大學理工學報 12：335-350。
3. 施景恒、張和、楊遜謙、吳育郎。 1978 。葉面施肥及施用生長調節素對二期稻產量之影響。科學發展月刊 6(1)：17-35 。
4. 張唯勤、徐美珠、邱寶玲、陳學貞。 1978 。植物生長素與水稻分蘖—控制分蘖之荷爾蒙因子，一、二期稻作根系 cytokinin 活性比較及 auxin 運移抑制劑促進分蘖。科學發展月刊 6(2)：148-153。
5. 鄔宏潘、廖雲英、錢美華、林燦隆、陳一心、王銀波、蔡國海、吳來貴、張萬來、林富雄、吳育郎。 1975。第二期稻作低產原因之探討。科學發展月刊 3(10)： 5-39。
6. 臺灣省農業試驗所。 1979 。耐寒早熟水稻品種與輪作關係之試驗研究。民國六十七年度結果報告（油印本）。
7. Beyer, E. M., Jr. 1972. Auxin transport : A new synthetic inhibitor. Plant Physiol. 50 : 322-327.
8. Bhallacharya, A. and S. Tokumasu. 1970. Effect of gibberellin upon sex expression and internode length in gynoecious and monoecious cucumber. J. Japaness Soc. Hort. Sci. 39 : 224-231.
9. Chang, W. C. and J. R. Goodin. 1974. The role of root system in laternal bud growth of pea. Bot. Bull. Acad. Sinica 15 : 122-132.
10. Chang, W. C. 1975. Apical dominance in pea : Effect of morphactin on transport of auxin and kinetin. Bot. Bull. Acad. Sinica 16 : 83-94.
11. Cleland, C. F. and W. S. Briggs. 1969. Gibberellin and CCC effects on flowering and growth in the long-day plant *Lemna gibba* G3. Plant Physiol. 44 : 503-507.
12. Huang, C. S. 1977. Causes of low yields of the second crop rice. Jour. Agric. Assoc. China NS 100 : 22-33.
13. Hu, C. H. 1973. Evalution of breeding semidwarf rice by induced mutation and hybridization.

Euphytica 22 : 562-574.

14. Murata, Y. 1969. Physiological responses to nitrogen in plants. *In* physiological aspects of crop yield (J. D. Eastin *et al* ed.) ASA and CSSA, Madison, Wisc.

15. Rappaport, L. 1957. Effect of gibberellin on growth, flowering and fruiting of the earlypak tomato, *Lycopersicum esculentum*. Plant Physiol. 32 : 440-444.

16. Schneider, G. 1970. Morphactins : Physiology and performance. Ann. Rev. Plant Physiol. 21 : 499-536.

17. Tung, M. S. 1975. Growth response of germination dwarf rice seeds to gibberellic acid. J. Sci. Eng., (Natl. Chung-Hsing Univ.) 11 : 351-354.

18. Vergara, B. S., A. Tanaka., R. Lilis. and S. Puranabhavung. 1966. Relationship between growth duration and grain yield of rice plants. Soil Sci. Plant Nutrient. 12 : 31-39.

Effects of the application of plant growth regulators on yield components of early maturing rice[1]

R. H. Buu and C. S. Huang[2]

Summary

A sudy was carried out to investigate the effects of plant growth regulators, chloroflurenol (IT 3456, methl-2-chloro-9-hydroxy-fluroene-9-carboxylate ; 1 mM), SNA (sodium naphthalene acetic acid ; 50 ppm) +SNP (sodium nitrophenol ; 2000 X) and gibberellin (GA_3 ; 50 ppm) on grain yield and yield components of paddy rice. Two early maturing rice Nipponbare, Kwang-lu-ai 4 and the local cultivar Tainung 67 were used in this experiment. The following results were obtained.

1. The application of chloroflurenol alone increased tiller number per plant by 3-12% in the first rice season and by 9-19% in the second season. However, most of the increased tillers did not bear panicles. No striking effect on grain yield was obtained since mean spikelet number per panicle and 1000-grain-weight were reduced by this treatment.

2. SNA and SNP mixture treatment showed the effects of increasing panicle number, particularly by promoting the additional tillers caused by chloroflurenol treatment to bear effective panicles. Number of florets in the secondary branch position, seed-set percentage and 1000-grain-weight were also increased, especially in the second crop season. Grain yield was increased by 4-11% and 5-14% in the first and second rice seasons, respectly.

3. GA_3 treatment significantly affected the plant height and length of panicles and

---

[1] Contribution No. 921 from Taiwan Agricultural Research Instiutute. Part of the thesis submitted by R. H. Buu in fulfillment of the requirement for the MS. degree in Agronomg, N. T. U. .

[2] Research Assistant and Senior Geneticist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

spikelets. Most significant effect was found on the semi-dwarf variety Kwang-lu-ai 4. Spikelet number per plant and seed-set percentage also increased slightly, whereas 1000-grain-weight dropped. Other agronomic characters showed relatively unstable results. This treatment caused the reduction of grain yield of Kwang-lu-ai 4 in the first and of all cultivars in the second crop season.

4. Highly significant differences in grain yield and yield components were found among the three cultivars tested. Different growth regulator treatments had more favourable influence on Tainung 67 than on other cultivars, particularly in grain yield. The application of chloroflurenol could increase the tiller number of Nipponbare, but not 1000-grain-weight and grain yield. The treatment of chloroflurenol, SNA+SNP, and GA_3 had more favorable influence on the panicle number per plant, 1000-grain-weight and plant height for Kwang-lu-ai 4 than for other cultivars, and its grain yield showed a slight increase also.